

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-017230

(43)Date of publication of application : 25.01.1994

JP 06-017230

1-1994

(51)Int.Cl.

C23C 14/06

B23B 27/14

B23P 15/28

(21)Application number : 04-199149

(71)Applicant : MITSUBISHI MATERIALS CORP

(22)Date of filing : 02.07.1992

(72)Inventor : KAWAMURA MASAO

## (54) CUTTING TOOL MADE OF GRADIENT HARD LAYER COATED SINTERED HARD ALLOY

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a cutting tool made of a gradient hard layer coated sintered hard alloy showing excellent cutting performance for any cutting.

CONSTITUTION: This cutting tool made of the gradient hard layer coated sintered hard alloy is obtd. by coating the surface of a sintered hard alloy matrix with a titanium nitride layer or, without coating, coating the surface with a Ti (CxNy) [x+y=1] gradient hard layer and furthermore coating the surface of the Ti (CxNy) [x+y=1] gradient hard layer with a titanium carbide layer. The (x) in the Ti (CxNy) [x+y=1] gradient hard layer substantially becomes zero on the face contacting with the titanium nitride layer, changes in such a manner that it is increased in the layer thickness direction from the inner face toward the outer face and substantially becomes one on the face contacting with the titanium carbide layer, and on the other hand, (y) substantially becomes one on the face contacting with the sintered hard alloy matrix or titanium nitride layer, changes in the layer thickness direction from the inner face toward the outer face and substantially makes zero on the face contacting with the titanium carbide layer.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 13.03.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

PAT-NO: JP406017230A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06017230 A

TITLE: CUTTING TOOL MADE OF GRADIENT HARD LAYER COATED SINTERED  
HARD ALLOY

PUBN-DATE: January 25, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME  
KAWAMURA, MASAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| NAME                      | COUNTRY |
| MITSUBISHI MATERIALS CORP | N/A     |

APPL-NO: JP04199149

APPL-DATE: July 2, 1992

INT-CL (IPC): C23C014/06, B23B027/14, B23P015/28

US-CL-CURRENT: 428/469

ABSTRACT:

**PURPOSE:** To provide a cutting tool made of a gradient hard layer coated sintered hard alloy showing excellent cutting performance for any cutting.

**CONSTITUTION:** This cutting tool made of the gradient hard layer coated sintered hard alloy is obtd. by coating the surface of a sintered hard alloy matrix with a titanium nitride layer or, without coating, coating the surface with a Ti (C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>) [x+y=1] gradient hard layer and furthermore coating the surface of the Ti (C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>) [x+y=1] gradient hard layer with a titanium carbide layer. The (x) in the Ti (C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>) [x+y=1] gradient hard layer substantially becomes zero on the face contacting with the titanium nitride layer, changes in such a manner that it is increased in the layer thickness direction from the inner face toward the outer face and substantially becomes one on the face contacting with the titanium carbide layer, and on the other hand, (y) substantially becomes one on the face contacting with the sintered hard alloy matrix or titanium nitride layer, changes in the layer thickness direction from the inner face toward the outer face and substantially makes zero on the face contacting with the titanium carbide layer.

**COPYRIGHT:** (C)1994,JPO&Japio

\* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Ti(CxNy) [covered on the titanium-nitride layer covered by the front face of a cemented carbide base, and the aforementioned titanium-nitride layer -- however In the cutting tool which has the compound enveloping layer which consists of a x+y=1] inclination hard layer and a titanium-carbide layer further covered on the aforementioned Ti(CxNy) [x+y=1 [ however, ]] inclination hard layer x in the aforementioned Ti(CxNy) [x+y=1 [ however, ]] inclination hard layer It is substantially set to 0 in respect of touching a titanium-nitride layer, and is substantially set to 1 in respect of changing so that it may increase in the direction of thickness from an inside toward superficies, and touching a titanium-carbide layer. on the other hand, y The cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide characterized by what it is substantially set to 1 in respect of touching a titanium-nitride layer, and is substantially set to 0 in respect of changing so that it may decrease in the direction of thickness toward superficies from an inside, and touching a titanium-carbide layer.

[Claim 2] Ti(CxNy) [x+y=1 [ however, ]] inclination hard layer covered by the front face of a cemented carbide base, In the cutting tool which has the compound enveloping layer which consists of a titanium-carbide layer covered on the aforementioned Ti(CxNy) [x+y=1 [ however, ]] inclination hard layer x in the aforementioned Ti(CxNy) [x+y=1 [ however, ]] inclination hard layer It is substantially set to 0 in respect of touching a cemented carbide base, and is substantially set to 1 in respect of changing so that it may increase in the direction of thickness from an inside toward superficies, and touching a titanium-carbide layer. on the other hand, y The cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide characterized by what it is substantially set to 1 in respect of touching a cemented carbide base, and is substantially set to 0 in respect of changing so that it may decrease in the direction of thickness toward superficies from an inside, and touching a titanium-carbide layer.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide in which the cutting-ability ability which was excellent to any cutting is shown.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally one sort or two sorts or more in an iron-group metal are contained as a binder-phase formation component. Furthermore, the need is accepted. The carbide of 4a, 5a, and 6a group metal of a periodic table, The cemented carbide base which a nitride and a charcoal nitride are contained 0.5 to 30% of the weight, and the remainder becomes from a tungsten carbide and an unescapable impurity The cutting tool made from a laminating hard layer covered cemented carbide which comes to cover two or more hard layer which consisted of two or more layers which become the front face of (calling it a cemented carbide base hereafter) from a TiC layer, a TiN layer, and a TiCN layer is known.

[0003] Two or more hard layer of these cutting tools made from a laminating hard layer covered cemented carbide Generally sufficient bond strength is not obtained but the various devices for raising a bond strength are proposed. as one of them First, the TiN layer which excels [ front face / of a cemented carbide base ] in the bond strength most is covered as an innermost layer. The TiCN (C:N= regularity) layer which excelled the TiN layer in abrasion resistance is covered on the TiN layer. The cutting tool made from a compound hard layer covered cemented carbide which also has abrasion resistance with the bond strength to a base front face is proposed by covering the TiC layer which was furthermore excellent in abrasion resistance on the aforementioned TiCN (however, C:N= regularity) layer (refer to JP,61-170559,A).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, although it is called for whether it is much more efficiency of cutting and cutting of a severe condition is further performed rather than before in recent years, as for the cutting tool made from a hard layer compound covered cemented carbide which carried out compound covering, sufficient cutting-ability ability and the use life are not acquired by the order of the aforementioned conventional TiN layer-TiCN (C:N= regularity) layer-TiC layer to cutting of this severe condition.

[0005]

[Means for Solving the Problem] Then, the result which inquired for this invention persons to get the cutting tool made from a hard layer covered cemented carbide with a still longer use life when it uses for \*\*\*\*\* of a severe condition further, (1) x of  $Ti(C_xN_y)$  [ $x+y=1$  [ however, ]] inclination hard layer is 0 substantially inside. While changing so that it may increase from an inside continuously toward superficies, it is substantially set to 1 outside. On the other hand, y is 1 substantially inside, and it changes so that it may decrease continuously toward superficies from an inside. If an inclination hard layer (only henceforth an inclination hard layer) which is substantially set to 0 outside is minded as an interlayer between the TiN layers and TiC layers which were covered by the cemented carbide base front face and made to cover It excels in a peeling resistance conventionally, and a use life becomes long, and the outstanding cutting tool made from a hard layer covered cemented carbide can be obtained (2). The aforementioned inclination hard layer Since the inside serves as TiN substantially, the inclination hard layer itself is excellent in adhesion intensity to the cemented carbide base, and knowledge -- even if it does not form a TiN layer as the 1st layer specially, the almost equivalent adhesion effect is acquired -- was acquired.

[0006] This invention is accomplished based on this knowledge (a). On the front face of a cemented carbide base Cover a titanium-nitride layer and an inclination hard layer is covered on the aforementioned titanium-nitride layer. The cutting tool cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide which furthermore comes to cover a titanium-carbide layer on the aforementioned inclination hard layer, (b) It has the feature in the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide which covers an inclination hard layer on the front face of a cemented carbide base, and comes to cover a titanium-carbide layer on the aforementioned inclination hard layer further.

[0007] In order to form the compound enveloping layer containing the inclination hard layer in the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide of this invention, physical-vapor-deposition equipments, such as an ion plating system, are used. The mixed gas introduced into the aforementioned physical-vapor-deposition equipment carries out fixed time introduction so that it may become nitrogen gas:100% and hydrocarbon gas:0% at first, and with advance of a physical vapor deposition, as shown in the graph of drawing 1 , this mixed gas While decreasing the amount of nitrogen gas introduction continuously, it supplies so that it may be in inverse proportion to this, and hydrocarbon gas may be increased continuously, and it introduces so that it may finally become nitrogen gas:0% and hydrocarbon gas:100%, and fixed time maintenance of this state is

carried out. Although the amount of nitrogen gas introduction and the amount of hydrocarbon gas introduction are changed continuously linearly, it is not limited to this and you may make it change continuously in curve in the graph of drawing 1 .  
 [0008] Thus, the compound enveloping layer in the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide of this obtained invention As shown in drawing 2 , when it consists of a titanium-nitride layer, an inclination hard layer, and a titanium-carbide layer and the aforementioned inclination hard layer is expressed with  $Ti(C_xN_y)$  [ $x+y=1$  [ however, ]], the value of  $x$  and  $y$  The value of  $0 \leq x \leq 1$  and  $0 \leq y \leq 1$  within the limits is taken, and C and N have the concentration distribution so that  $x$  may be set to  $0 \rightarrow 1$  and  $y$  may be set to  $1 \rightarrow 0$ .

[0009] Therefore, since the field of the inclination hard layer which touches the titanium-nitride layer covered by the cemented carbide base is set to  $x=0$  and  $y=1$  and serves as TiN substantially, the adhesion over a titanium-nitride layer is excellent, and since the field of the inclination hard layer which touches a titanium-carbide layer is set to  $x=1$  and  $y=0$  and serves as TiC substantially on the other hand, the adhesion over a titanium-carbide layer will be excellent.

[0010] By covering the aforementioned inclination hard layer as an interlayer, the adhesion over the titanium-carbide layer of an outermost layer of drum will be excellent, and the long cutting tool made from a hard layer covered cemented carbide of a use life will be obtained. As for the aforementioned inclination hard layer thickness, it is desirable that it is 30 micrometers or less. If 30 micrometers is exceeded, the difference of heat expansion between bases will become large at the time of cutting, a crack arises, and it becomes easy to exfoliate. It is desirable that the aforementioned inclination hard layer is 0.5 micrometers or more on the other hand since less than 0.5 micrometers is not enough as hard layer ablation depressor effect.

[0011] Furthermore, you may cover an inclination hard layer directly to a cemented carbide base, without forming a titanium-nitride layer. As the mixed gas in this case is introduced so that it may become nitrogen gas:100% and hydrocarbon gas:0% at first, and immediately shown in the graph of drawing 3 , while decreasing the amount of nitrogen gas introduction continuously with advance of a physical vapor deposition It supplies so that it may be in inverse proportion to this, and hydrocarbon gas may be increased continuously, it introduces so that it may finally become nitrogen gas:0% and hydrocarbon gas:100%, and fixed time maintenance of this state is carried out. Although the amount of nitrogen gas introduction and the amount of hydrocarbon gas introduction are linearly changed continuously also in the graph of drawing 3 , it is not limited to this and you may make it change continuously in curve.

[0012] Thus, the compound enveloping layer in the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide of this obtained invention As shown in drawing 4 , when it consists of an inclination hard layer and a titanium-carbide layer and the aforementioned inclination hard layer is expressed with  $Ti(C_xN_y)$  [ $x+y=1$  [ however, ]], the value of  $x$  and  $y$  Take the value of  $0 \leq x \leq 1$  and  $0 \leq y \leq 1$  within the limits, and the concentration distribution C and N are indicated to be to drawing 4 by changing so that  $x$  may be set to  $0 \rightarrow 1$  and  $y$  may be set to  $1 \rightarrow 0$  is shown. Since the field of the inclination hard layer which touches a cemented carbide base serves as a TiN layer substantially, the adhesion over a base is excellent, and since the field of the inclination hard layer which touches a titanium-carbide layer is set to  $x=1$  and  $y=0$  and serves as TiC substantially on the other hand, the adhesion over a titanium-carbide layer will be excellent.

[0013]

[Example] Below, the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide of this invention is concretely explained based on an example.

[0014] As example 1 raw-material powder, respectively Mean-particle-diameter:3micrometer Co powder, TiC powder, TaC powder and WC powder are prepared. these powder Co powder:9 % of the weight, It blends so that it may remain and may become :WC powder 2% of the weight. TiC powder: -- 1 % of the weight and TaC powder: -- After mixing, it cast to the green compact, and this green compact was sintered on condition that usual, the sintered compact was manufactured, and the chip made from WC basis cemented carbide which carries out the grinding of this sintered compact, and has the configuration of ISO specification TNGA160408 was produced.

[0015] Next, it equipped with this chip made from WC basis cemented carbide above [ in the usual ion plating system ], and, on the other hand, was filled up with Ti metal down [ in the aforementioned ion plating system ]. The inside of the aforementioned ion plating system is held to the vacuum of  $1 \times 10^{-5}$ Torr in this state, the temperature up was carried out to 700 degrees C by programming-rate:6 degrees C /, and min., holding to this temperature continuously, it held in Ar gas atmosphere of  $5 \times 10^{-2}$ Torr, and bombardment cleaning was carried out.

[0016] Furthermore, while carrying out heating evaporation of the Ti metal by energization etc., a thickness:0.5micrometer TiN layer is formed in the chip front face made from WC basis cemented carbide, supplying only nitrogen gas for 10 minutes from a feed hopper. Then, the pressure in an ion plating system is maintained to  $1.0 \times 10^{-4}$ Torr, introducing acetylene gas and discharging from an exhaust port, while reducing supply of nitrogen gas. Supply so that the nitrogen gas amount of supply may finally be set to 0, making it change continuously so that the mixing ratio of nitrogen gas and acetylene gas may be in inverse proportion, and a physical vapor deposition is performed. A :3.0micrometer inclination hard layer is covered in thickness on the front face of the aforementioned TiN layer. further Then, only acetylene gas was introduced, the thickness:0.5micrometer TiC layer was formed, and this invention inclination covering chip 1 which covered the hard layer which becomes the front face of the chip made from WC basis cemented carbide from a TiN layer, an inclination hard layer, and a TiC layer was produced.

[0017] Acetylene gas is introduced, while carrying out nitrogen gas supply and reducing supply of nitrogen gas immediately in example 2 example 1. The pressure in an ion plating system is maintained to  $1.0 \times 10^{-4}$ Torr, discharging from an exhaust port. Supply so that the nitrogen gas amount of supply may finally be set to 0, making it change continuously so that it may be in inverse proportion in the mixing ratio of nitrogen gas and acetylene gas, and a physical vapor deposition is performed. A

:3.5micrometer inclination hard layer is covered in thickness on the front face of the aforementioned chip made from WC basis cemented carbide. Furthermore, only acetylene gas was continuously introduced for 10 minutes, the thickness:0.5micrometer TiC layer was formed, and this invention inclination covering chip 2 which covered the compound layer which becomes the front face of the chip made from WC basis cemented carbide from an inclination hard layer and a TiC layer was produced.

[0018] After carrying out bombardment cleaning of the chip made from WC basis cemented carbide produced in the example 1 for conventional example 1 one side and comparison like an example 1, First, by pouring nitrogen gas for 10 minutes, next passing the mixed gas of nitrogen gas:acetylene gas =1:1 for 60 minutes, and pouring acetylene gas for 10 minutes further The compound covering chip was produced conventionally which becomes the front face of the aforementioned chip made from WC basis cemented carbide from three layers, a :0.5micrometer TiN layer, a thickness:3.0micrometer TiCN (C:N=1:1) layer, and a thickness:0.5micrometer TiC layer, in thickness.

[0019] The continuation cutting examination and the intermittent-cutting examination were conventionally carried out about the compound covering chip these this invention inclination covering chips 1-2 and on condition that the following.

1 continuation dry type cutting examination (1) \*\* -ed [ high-speed-cutting examination ] material: -- SNCM439 (Brinell hardness : 250) and cutting-speed:210 m/min -- sending -- :0.25mm/rev. -- it cut deeply, continuation dry type cutting was carried out on condition that :1.5mm\*\*, the crater depth (micrometer) after 20-minute cutting was measured, time (minute) until width-of-flank-wear-land VB of a cutting edge is further set to 0.3mm was measured, and those measurement results were shown in Table 1

[0020] (2) \*\* -ed [ inside low-speed cutting examination ] material: -- SNCM439 (Brinell hardness : 250) and cutting-speed:150 m/min -- sending -- :0.25mm/rev. -- it cut deeply, continuation dry type cutting was carried out on condition that :1.5mm\*\*, time (minute) until width-of-flank-wear-land VB of a cutting edge is set to 0.3mm was measured, and those measurement results were shown in Table 1

[0021] 2 \*\* -ed [ intermittence dry type cutting examination ] material: -- the pillar object with which four slots stuck to the shaft-orientations periphery by the product made from SCN440 (Brinell hardness : 300), and cutting-speed:100 m/min -- sending -- :0.21mm/rev. -- cutting deeply -- the conditions of :1.0mm\*\* -- dry type cutting -- carrying out -- ten examinations -- the cutting edge which the deficit of the cutting edges generated -- the number was measured and those measurement results were shown in Table 1

[0022]

[Table 1]

| 種 別                 | 連続乾式切削試験                      |                               |                               | 断続乾式切削試験<br><br>10個の試験<br>切刃のうちの<br>欠損が発生し<br>た切刃数 |
|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
|                     | 高速切削                          |                               | 中低速切削                         |  |
|                     | 20分切削後の<br>クレーター摩耗<br>深さ (μm) | 逃げ面摩耗幅が<br>0.3mmになる<br>時間 (分) | 逃げ面摩耗幅が<br>0.3mmになる<br>時間 (分) |  |
| 本発明<br>傾斜被<br>覆チップ1 | 42                            | 32                            | 45                            | 0/10   |
| 本発明<br>傾斜被<br>覆チップ2 | 49                            | 34                            | 43                            | 0/10   |
| 従来複<br>合被覆<br>チップ   | 15分で欠損                        | 14                            | 18                            | 5/10   |

[0023] The result shown in Table 1 shows that this invention inclination covering chips 1-2 are conventionally excellent in a cutting property compared with a compound covering chip.

[0024] It has composition equivalent to K10 of example 3 JIS B4104, an outer-diameter:10mm drill is prepared, and bombardment cleaning of the front face of this drill is carried out completely like an example 1. subsequently Supply nitrogen gas, form a thickness:0.5micrometer TiN layer, and it continues. The pressure in an ion plating system is maintained to 1.0x10<sup>-3</sup>Torr, introducing acetylene gas and discharging from an exhaust port, while reducing supply of nitrogen gas. A physical vapor deposition is performed making it change continuously so that it may be in inverse proportion in the mixing ratio of nitrogen gas and acetylene gas. By covering a :3.0micrometer inclination hard layer in thickness, introducing only acetylene gas into the TiN

layer front face of the aforementioned drill made from WC basis cemented carbide continuously further, and forming a thickness:0.5micrometer TiC layer in it The compound enveloping layer which consists of a TiN layer, an inclination hard layer, and a TiC layer was formed in the front face of the aforementioned drill, and this invention inclination covering drill 1 was produced.

[0025] It is made to be completely the same as that of an example 2 on the front face of the drill prepared in the example 4 example 3. Reduce the amount of supply of nitrogen gas simultaneously with supply of nitrogen gas, and it introduces, making acetylene gas increase so that it may be in inverse proportion to this. A physical vapor deposition is performed maintaining the pressure in an ion plating system to  $1.0 \times 10^{-3}$  Torr. By covering a :3.5micrometer inclination hard layer in thickness, introducing only acetylene gas into the front face of the aforementioned drill made from WC basis cemented carbide continuously further, and forming a thickness:0.5micrometer TiC layer in it The compound enveloping layer which consists of an inclination hard layer and a TiC layer was formed in the front face of the aforementioned drill, and this invention inclination covering drill 2 was produced.

[0026] Nitrogen gas, nitrogen gas:acetylene gas after carrying out bombardment cleaning of the drill prepared in the example 3 for conventional example 2 one side and comparison = by passing gradually the mixed gas of 1:1, and three kinds of gas of acetylene gas The compound covering drill was produced conventionally which has the compound enveloping layer which becomes the front face of the aforementioned chip made from WC basis cemented carbide from three layers, a :0.5micrometer TiN layer, a thickness:3.0micrometer TiCN (C:N=1:1) layer, and a thickness:0.5micrometer TiC layer, in thickness.

[0027] The hole dawn examination was conventionally carried out about the compound covering drill these this invention inclination covering drills 1-2 and on condition that the following.

3 \*-ed [ hole dawn examination ] material: -- thickness: -- thick-plate cutting-speed: which consists of 20mm SCN440 (Brinell hardness : 220) -- 60 m/min -- sending -- the conditions of :0.2 mm/rev.\*\* -- the through-hole dawn of 2500 holes -- carrying out -- all -- length-of-cut:50m hole dawn was performed, the abrasion loss of the margin section of a drill and the abrasion loss of \*\*\*\*\* were measured, and those measurement results were shown in Table 2

[0028]

[Table 2]

| 種 別         | 穴明け試験             |                 |
|-------------|-------------------|-----------------|
|             | マージン部の摩耗量<br>(mm) | 刃裏部の摩耗量<br>(mm) |
| 本発明傾斜被覆ドリル1 | 0. 2 0            | 0. 1 8          |
| 本発明傾斜被覆ドリル2 | 0. 2 2            | 0. 2 0          |
| 従来複合被覆ドリル   | 0. 3 5            | 0. 4 3          |

[0029] The result shown in Table 2 shows that this invention inclination covering drills 1-2 are conventionally excellent in abrasion resistance compared with a compound covering drill from the place with little abrasion loss of the margin section by hole dawn, and \*\*\*\*\*.

[0030] End-mill preparation is carried out. composition equivalent to example 5 JIS M20 -- having -- outer-diameter:6mm -- A thickness:0.5micrometer TiN layer is formed in the front face of this end mill completely like an example 1. Acetylene gas is introduced, while continuing and reducing supply of nitrogen gas for mixed gas. On the other hand, the pressure in an ion plating system is maintained to  $1.0 \times 10^{-3}$  Torr, discharging used nitrogen gas and used acetylene gas from an exhaust port. A physical vapor deposition is performed making it change continuously so that it may be in inverse proportion in the mixing ratio of nitrogen gas and acetylene gas. By covering a :3.0micrometer inclination hard layer in thickness, introducing only acetylene gas into the TiN layer front face of the aforementioned end mill made from WC basis cemented carbide continuously further, and forming a thickness:0.5micrometer TiC layer in it The compound enveloping layer which consists of a TiN layer, an inclination hard layer, and a TiC layer was formed in the aforementioned end-mill front face, and this invention inclination covering end mill 1 was produced.

[0031] Acetylene gas is introduced while reducing supply of nitrogen gas completely like an example 2 on the front face of the end mill prepared in the example 6 example 5. On the other hand, the pressure in an ion plating system is maintained to  $1.0 \times 10^{-3}$  Torr, discharging used nitrogen gas and used acetylene gas from an exhaust port. A physical vapor deposition is performed making it change continuously so that it may be in inverse proportion in the mixing ratio of nitrogen gas and acetylene gas. By covering a :3.5micrometer inclination hard layer in thickness, introducing only acetylene gas into the front face of the aforementioned end mill made from WC basis cemented carbide continuously further, and forming a thickness:0.5micrometer TiC layer in it The compound enveloping layer which consists of an inclination hard layer and a TiC layer was formed in the aforementioned end-mill front face, and this invention inclination covering end mill 2 was produced.

[0032] It has composition equivalent to JIS M20 prepared in the example 5 for conventional example 3 one side and comparison. Outer diameter : after carrying out bombardment cleaning of the 6mm end mill like an example 1, by passing gradually nitrogen gas, the mixed gas of nitrogen gas:acetylene gas =1:1, and three kinds of gas of acetylene gas Compound covering end-mill



production was carried out conventionally which has the compound enveloping layer which becomes the front face of the aforementioned chip made from WC basis cemented carbide from three layers, a :0.5micrometer TiN layer, a thickness:3.0micrometer TiCN (C:N=1:1) layer, and a thickness:0.5micrometer TiC layer, in thickness.

[0033] These this invention inclination covering end mills 1-2 and conventionally, compound covering end-mill \*\*\*\*\* and on condition that the following, the wet piece shaving examination of the steel by the down cutting method was carried out, and the result was shown in Table 1.

4 \*-ed [ Wet Piece Shaving Examination ] Material of Steel by Down Cutting Method : S43C, a cutting speed : 60 m/min, delivery:0.01mm/rev. per one edge, the slitting depth : 15mm, slitting width of face : The wet piece shaving examination was performed on condition that 0.05mm\*\*, the surface roughness (Rmax) of 0.2mm or more or a \*-ed material vertical plane made the life the time of being set to 3.0 micrometers or more, and the abrasion loss of the margin section of an end mill measured the time to \*\* per 5 minutes to this life.

[0034]

[Table 3]

| 種 別           | ダウンカット方式による鋼の湿式片削り試験        |                              |
|---------------|-----------------------------|------------------------------|
|               | マージン部の摩耗量が<br>0.2 mm以上となる時間 | 表面粗さが6.0 $\mu$ m<br>以上となった時間 |
| 本発明傾斜被覆エンドミル1 | 8 0 分                       | 1 9 0 分                      |
| 本発明傾斜被覆エンドミル2 | 7 5 分                       | 1 8 5 分                      |
| 従来複合被覆エンドミル   | 3 5 分                       | 1 4 5 分                      |

[0035] The result shown in Table 3 shows that this invention inclination covering end mills 1-2 are conventionally excellent in a compound covering end-mill ratio \*\*\*\* cutting life.

[0036]

[Effect of the Invention] From the result shown in the aforementioned examples 1-6 and the conventional examples 1-3, the cutting tool made from an inclination hard layer covered cemented carbide of this invention has the performance which was excellent compared with the conventional cutting tool made from a compound hard layer covered cemented carbide, and brings about the effect which was excellent on industry.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-17230

(43)公開日 平成6年(1994)1月25日

| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
|--------------------------|------|---------|-----|--------|
| C 2 3 C 14/06            |      | 9271-4K |     |        |
| B 2 3 B 27/14            | A    | 9326-3C |     |        |
| B 2 3 P 15/28            | A    | 7041-3C |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

|          |                |         |  |
|----------|----------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平4-199149    | (71)出願人 | 000006264<br>三菱マテリアル株式会社<br>東京都千代田区大手町1丁目5番1号      |
| (22)出願日  | 平成4年(1992)7月2日 | (72)発明者 | 河村 正雄<br>茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地<br>三菱マテリアル株式会社筑波製作所内 |
|          |                | (74)代理人 | 弁理士 富田 和夫 (外1名)                                    |

(54)【発明の名称】 傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具

(57)【要約】

【目的】 いかなる切削に対しても優れた切削性能を示す傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具に関する。

【構成】 超硬合金基体の表面に、窒化チタン層を被覆しまたは被覆せずにTi(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)〔ただし、x+y=1〕傾斜硬質層を被覆し、さらに前記Ti(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)〔ただし、x+y=1〕傾斜硬質層の上に炭化チタン層を被覆してなる切削工具において、前記Ti(C<sub>x</sub>N<sub>y</sub>)〔ただし、x+y=1〕傾斜硬質層におけるxは、窒化チタン層に接する面で実質的に0となり、内面から外面に向かって層厚方向に増加するように変化して炭化チタン層に接する面で実質的に1となり、一方、yは、超硬合金基体または窒化チタン層に接する面で実質的に1となり、内面から外面に向かって層厚方向に減少するように変化して炭化チタン層に接する面で実質的に0となる傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 超合金基体の表面に被覆された窒化チタン層、前記窒化チタン層の上に被覆されたTi(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層、さらに前記Ti(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層の上に被覆された炭化チタン層からなる複合被覆層を有する切削工具において、

前記Ti(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層におけるxは、窒化チタン層に接する面で実質的に0となり、内面から外面に向かって層厚方向に増加するように変化して炭化チタン層に接する面で実質的に1となり、一方、yは、窒化チタン層に接する面で実質的に1となり、内面から外面に向かって層厚方向に減少するように変化して炭化チタン層に接する面で実質的に0となる、ことを特徴とする傾斜硬質層被覆超合金製切削工具。

【請求項2】 超合金基体の表面に被覆されたTi(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層、前記Ti(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層の上に被覆された炭化チタン層からなる複合被覆層を有する切削工具において、

前記Ti(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層におけるxは、超合金基体に接する面で実質的に0となり、内面から外面に向かって層厚方向に増加するように変化して炭化チタン層に接する面で実質的に1となり、一方、yは、超合金基体に接する面で実質的に1となり、内面から外面に向かって層厚方向に減少するように変化して炭化チタン層に接する面で実質的に0となる、ことを特徴とする傾斜硬質層被覆超合金製切削工具。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、いかなる切削に対しても優れた切削性能を示す傾斜硬質層被覆超合金製切削工具に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、結合相形成成分として、鉄族金属のうち1種または2種以上を含有し、さらに必要に応じて周期律表の4a、5a、および6a族金属の炭化物、窒化物、炭窒化物を0.5～30重量%含有し、残りが炭化タングステンおよび不可避不純物からなる超合金基体（以下、超合金基体という）の表面に、TiC層、TiN層およびTiCN層からなる複数層で構成された複合硬質層を被覆してなる積層硬質層被覆超合金製切削工具は知られている。

【0003】これらの積層硬質層被覆超合金製切削工具の複合硬質層は、一般に十分な付着強度が得られず、付着強度を向上させるための種々の工夫が提案されており、その1例として、先ず、超合金基体の表面に最も付着強度の優れているTiN層を最内層として被覆し、

2

そのTiN層の上にTiN層よりも耐摩耗性に優れたTiCN(C:N=一定)層を被覆し、さらに前記TiCN(ただし、C:N=一定)層の上に耐摩耗性に優れたTiC層を被覆することにより基体表面に対する付着強度とともに耐摩耗性をも兼ね備えた複合硬質層被覆超合金製切削工具が提案されている（特開昭61-170559号公報参照）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、近年、切削の一層の効率かが求められており、従来よりも一層過酷な条件の切削が行われているが、前記従来のTiN層-TiCN(C:N=一定)層-TiC層の順に複合被覆した硬質層複合被覆超合金製切削工具は、かかる過酷な条件の切削に対して十分な切削性能および使用寿命が得られていない。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者らは、一層過酷な条件の切削に用いた場合にも一層使用寿命の長い硬質層被覆超合金製切削工具を得るべく研究を行った結果、(1) Ti(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] 傾斜硬質層のxが内面で実質的に0であり、内面から外面に向かって連続的に増加するように変化するとともに外面で実質的に1となり、一方、yが内面で実質的に1であり、内面から外面に向かって連続的に減少するように変化し、外面で実質的に0となるような傾斜硬質層（以下、単に傾斜硬質層という）を、超合金基体表面に被覆されたTiN層とTiC層との間に中間層として介して被覆せしめると、従来よりも耐剥離性に優れた硬質層被覆超合金製切削工具を得ることができる、(2) 前記傾斜硬質層は、内面が実質的にTiNとなっているために傾斜硬質層自体が超合金基体に対して密着強度に優れており、特別に第1層としてTiN層を形成しなくともほぼ同等の密着効果が得られる、などの知見を得たのである。

【0006】この発明は、かかる知見にもとづいて成されたものであって、(a) 超合金基体の表面に、窒化チタン層を被覆し、前記窒化チタン層の上に傾斜硬質層を被覆し、さらに前記傾斜硬質層の上に炭化チタン層を被覆してなる傾斜硬質層被覆超合金製切削工具、(b) 超合金基体の表面に傾斜硬質層を被覆し、さらに前記傾斜硬質層の上に炭化チタン層を被覆してなる傾斜硬質層被覆超合金製切削工具、に特徴を有するものである。

【0007】この発明の傾斜硬質層被覆超合金製切削工具における傾斜硬質層を含む複合被覆層を形成するには、イオンプレーティング装置等の物理蒸着装置を用いる。前記物理蒸着装置に導入する混合ガスは、最初、窒素ガス：100%、炭化水素ガス：0%となるように一定時間導入し、物理蒸着の進行にともなって、この混合

3

ガスを、図1のグラフに示されるように、窒素ガス導入量を連続的に減少させるとともに、これに反比例するように炭化水素ガスを連続的に増加するように供給し、最終的に窒素ガス：0%、炭化水素ガス：100%となるように導入し、この状態を一定時間保持する。図1のグラフでは、窒素ガス導入量および炭化水素ガス導入量を直線的に連続して変化させているが、これに限定されるものではなく、曲線的に連続して変化させてもよい。

【0008】このようにして得られたこの発明の傾斜硬質層被覆超合金製切削工具における複合被覆層は、図2に示される如く、窒化チタン層、傾斜硬質層および炭化チタン層からなり、前記傾斜硬質層をTi(CxNy) [ただし、 $x+y=1$ ] で表すと、 $x$ および $y$ の値は、 $0 \leq x \leq 1$  および  $0 \leq y \leq 1$  の範囲内の値をとり、 $x$ が $0 \rightarrow 1$ 、 $y$ が $1 \rightarrow 0$ となるようにCおよびNが濃度分布を有している。

【0009】したがって、超合金基体に被覆された窒化チタン層に接する傾斜硬質層の面が $x=0$ 、 $y=1$ となって実質的にTiNとなるために窒化チタン層に対する付着性が優れ、一方、炭化チタン層に接する傾斜硬質層の面が $x=1$ 、 $y=0$ となって実質的にTiCとなるために炭化チタン層に対する付着性が優れることになる。

【0010】前記傾斜硬質層を中間層として被覆することにより、従来のTiCN(ただし、C:N=一定)層を中間層とした場合よりも最外層の炭化チタン層に対する付着性が優れ、使用寿命の長い硬質層被覆超合金製切削工具が得られることになる。前記傾斜硬質層の厚さは、 $30 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。 $30 \mu\text{m}$ を超えると切削時に基体との間に熱膨張の差が大きくなり、亀裂が生じて剥離しやすくなる。一方、前記傾斜硬質層が $0.5 \mu\text{m}$ 未満では硬質層剥離抑制効果が十分でないために $0.5 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0011】さらに、窒化チタン層を形成することなく傾斜硬質層を超合金基体に直接被覆してもよい。この場合の混合ガスは、最初、窒素ガス：100%、炭化水素ガス：0%となるように導入し、即座に、図3のグラフに示されるように、物理蒸着の進行にともなって、窒素ガス導入量を連続的に減少させるとともに、これに反比例するように炭化水素ガスを連続的に増加するように供給し、最終的に窒素ガス：0%、炭化水素ガス：100%となるように導入し、この状態を一定時間保持する。図3のグラフでも、窒素ガス導入量および炭化水素ガス導入量を直線的に連続して変化させているが、これに限定されるものではなく、曲線的に連続して変化させてもよい。

【0012】このようにして得られたこの発明の傾斜硬質層被覆超合金製切削工具における複合被覆層は、図4に示されるごとく、傾斜硬質層および炭化チタン層からなり、前記傾斜硬質層をTi(CxNy) [ただし、

4

$x+y=1$ ] で表すと、 $x$ および $y$ の値は、 $0 \leq x \leq 1$  および  $0 \leq y \leq 1$  の範囲内の値をとり、 $x$ が $0 \rightarrow 1$ 、 $y$ が $1 \rightarrow 0$ となるように変化することによりCおよびNが図4に示される濃度分布を示し、超合金基体に接する傾斜硬質層の面が実質的にTiN層となるために基体に対する付着性が優れ、一方、炭化チタン層に接する傾斜硬質層の面が $x=1$ 、 $y=0$ となって実質的にTiCとなるために炭化チタン層に対する付着性が優れることになる。

【0013】

【実施例】つぎに、この発明の傾斜硬質層被覆超合金製切削工具を実施例に基づいて具体的に説明する。

【0014】実施例1

原料粉末として、それぞれ平均粒径： $3 \mu\text{m}$ のCo粉末、TiC粉末、TaC粉末、WC粉末を用意し、これら粉末を、Co粉末：9重量%、TiC粉末：1重量%、TaC粉末：2重量%、残り：WC粉末となるように配合し、混合したのち、圧粉体に成型し、この圧粉体を通常の条件で焼結して焼結体を製造し、この焼結体を研削してISO規格TNGA160408の形状を有するWC基超合金製チップを作製した。

【0015】つぎに、このWC基超合金製チップを通常のイオンプレーティング装置内の上方に装着し、一方、前記イオンプレーティング装置内の下方には、Ti金属を充填した。かかる状態で前記イオンプレーティング装置内を $1 \times 10^{-5} \text{ Torr}$ の真空に保持し、昇温速度： $6^\circ\text{C}/\text{min}$ 、で $700^\circ\text{C}$ に昇温させ、つづいてこの温度に保持しながら、 $5 \times 10^{-2} \text{ Torr}$ のArガス雰囲気中に保持してボンバードクリーニングした。

【0016】さらに、Ti金属を通電等により加熱蒸発させるとともに、供給口より窒素ガスのみを10分間供給しながらWC基超合金製チップ表面に厚さ： $0.5 \mu\text{m}$ のTiN層を形成し、続いて窒素ガスの供給を減らすと共にアセチレンガスを導入し、排出口より排出しながらイオンプレーティング装置内の圧力を $1.0 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ に維持し、窒素ガスとアセチレンガスの混合比が反比例するようにかつ連続的に変化させながら最終的に窒素ガス供給量が0となるように供給して物理蒸着を行い、前記TiN層の表面に厚さ： $3.0 \mu\text{m}$ の傾斜硬質層を被覆し、さらに、続いてアセチレンガスのみを導入し、厚さ： $0.5 \mu\text{m}$ のTiC層を形成し、WC基超合金製チップの表面に、TiN層、傾斜硬質層およびTiC層からなる硬質層を被覆した本発明傾斜被覆チップ1を作製した。

【0017】実施例2

実施例1において、窒素ガス供給し、即座に窒素ガスの供給を減らすと共にアセチレンガスを導入し、排出口より排出しながらイオンプレーティング装置内の圧力を $1.0 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ に維持し、窒素ガスとアセチレンガスの混合比を反比例するようにかつ連続的に変化さ

せながら最終的に窒素ガス供給量が0となるように供給して物理蒸着を行い、前記WC基超硬合金製チップの表面に厚さ：3.5 $\mu$ mの傾斜硬質層を被覆し、さらに、続けてアセチレンガスのみを10分間導入して厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層を形成し、WC基超硬合金製チップの表面に傾斜硬質層およびTiC層からなる複合層を被覆した本発明傾斜被覆チップ2を作製した。

#### 【0018】従来例1

一方、比較のために、実施例1で作製したWC基超硬合金製チップを実施例1と同様にボンバードクリーニングしたのち、まず、窒素ガスを10分間流し、次に、窒素ガス：アセチレンガス＝1：1の混合ガスを60分間流し、さらにアセチレンガスを10分間流すことにより、前記WC基超硬合金製チップの表面に厚さ：0.5 $\mu$ mのTiN層、厚さ：3.0 $\mu$ mのTiCN(C：N＝1：1)層および厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層の3層からなる従来複合被覆チップを作製した。

【0019】これら本発明傾斜被覆チップ1～2および従来複合被覆チップについて、下記の条件で連続切削試験および断続切削試験を実施した。

#### 1 連続乾式切削試験

##### (1) 高速切削試験

被削材：SNCM439（ブリネル硬さ：250）、  
切削速度：210m/min、  
送り：0.25mm/rev、

\* 切込み：1.5mm、

の条件で連続乾式切削し、20分切削後のクレーター摩耗深さ( $\mu$ m)を測定し、さらに切刃の逃げ面摩耗幅VBが0.3mmになるまでの時間(分)を測定し、それらの測定結果を表1に示した。

#### 【0020】(2) 中低速切削試験

被削材：SNCM439（ブリネル硬さ：250）、  
切削速度：150m/min、

送り：0.25mm/rev、

切込み：1.5mm、

の条件で連続乾式切削し、切刃の逃げ面摩耗幅VBが0.3mmになるまでの時間(分)を測定し、それらの測定結果を表1に示した。

#### 【0021】2 断続乾式切削試験

被削材：SCM440（ブリネル硬さ：300）製で軸方向外周に4本の溝の付いた円柱体、

切削速度：100m/min、

送り：0.21mm/rev、

切込み：1.0mm、

20 の条件で乾式切削し、10個の試験切刃のうちの欠損が発生した切刃数を測定し、それらの測定結果を表1に示した。

#### 【0022】

#### 【表1】

\*

| 種 別         | 連続乾式切削試験                   |                      |                      | 断続乾式切削試験<br><br>10個の試験切刃のうちの欠損が発生した切刃数 |
|-------------|----------------------------|----------------------|----------------------|--|
|             | 高速切削                       |                      | 中低速切削                |  |
|             | 20分切削後のクレーター摩耗深さ( $\mu$ m) | 逃げ面摩耗幅が0.3mmになる時間(分) | 逃げ面摩耗幅が0.3mmになる時間(分) |  |
| 本発明傾斜被覆チップ1 | 42                         | 32                   | 45                   | 0/10                                   |
| 本発明傾斜被覆チップ2 | 49                         | 34                   | 43                   | 0/10                                   |
| 従来複合被覆チップ   | 15分で欠損                     | 14                   | 18                   | 5/10                                   |

【0023】表1に示される結果から、本発明傾斜被覆チップ1～2は、従来複合被覆チップに比べて切削特性※50

※が優れていることが分かる。

【0024】実施例3

JIS規格B4104のK10に相当する組成を有し、外径：10mmのドリルを用意し、このドリルの表面を実施例1と全く同様にしてボンバードクリーニングし、ついで、窒素ガスを供給して厚さ：0.5 $\mu$ mのTiN層を形成し、つづいて、窒素ガスの供給を減らすと共にアセチレンガスを導入し、排出口より排出しながらイオンプレーティング装置内の圧力を $1.0 \times 10^{-3}$ Torrに維持し、窒素ガスとアセチレンガスの混合比を反比例するように連続的に変化させながら物理蒸着を行い、前記WC基超合金製ドリルのTiN層表面に厚さ：3.0 $\mu$ mの傾斜硬質層を被覆し、さらに、つづいてアセチレンガスのみを導入し、厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層を形成することにより、前記ドリルの表面に、TiN層、傾斜硬質層およびTiC層からなる複合被覆層を形成し、本発明傾斜被覆ドリル1を作製した。

#### 【0025】実施例4

実施例3で用意したドリルの表面に実施例2と全く同様にして、窒素ガスの供給と同時に窒素ガスの供給量を減らし、これと反比例するようにアセチレンガスを増加させながら導入し、イオンプレーティング装置内の圧力を $1.0 \times 10^{-3}$ Torrに維持しながら物理蒸着を行い、前記WC基超合金製ドリルの表面に厚さ：3.5 $\mu$ mの傾斜硬質層を被覆し、さらに、つづいてアセチレンガスのみを導入し、厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層を形成することにより、前記ドリルの表面に傾斜硬質層およ\*

\*びTiC層からなる複合被覆層を形成し、本発明傾斜被覆ドリル2を作製した。

#### 【0026】従来例2

一方、比較のために、実施例3で用意したドリルをボンバードクリーニングしたのち、窒素ガス、窒素ガス：アセチレンガス=1：1の混合ガス、およびアセチレンガスの3種類のガスを段階的に流すことにより、前記WC基超合金製チップの表面に厚さ：0.5 $\mu$ mのTiN層、厚さ：3.0 $\mu$ mのTiCN(C：N=1：1)層および厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層の3層からなる複合被覆層を有する従来複合被覆ドリルを作製した。

【0027】これら本発明傾斜被覆ドリル1～2および従来複合被覆ドリルについて、下記の条件で穴明け試験を実施した。

#### 3 穴明け試験

被削材：厚さ：20mmのSCM440（ブリネル硬さ：220）からなる厚板

切削速度：60m/min、

送り：0.2mm/rev、

の条件で2500穴の貫通穴明けし、全切削長：50mmの穴明けを行い、ドリルのマージン部の摩耗量および刃裏部の摩耗量を測定し、それらの測定結果を表2に示した。

#### 【0028】

#### 【表2】

| 種 別         | 穴明け試験             |                 |
|-------------|-------------------|-----------------|
|             | マージン部の摩耗量<br>(mm) | 刃裏部の摩耗量<br>(mm) |
| 本発明傾斜被覆ドリル1 | 0.20              | 0.18            |
| 本発明傾斜被覆ドリル2 | 0.22              | 0.20            |
| 従来複合被覆ドリル   | 0.35              | 0.43            |

【0029】表2に示される結果から、本発明傾斜被覆ドリル1～2は、従来複合被覆ドリルに比べて穴明けによるマージン部および刃裏部の摩耗量が少ないところから耐摩耗性に優れていることが分かる。

#### 【0030】実施例5

JIS規格M20に相当する組成を有し、外径：6mmのエンドミルを用意し、このエンドミルの表面に実施例1と全く同様にして厚さ：0.5 $\mu$ mのTiN層を形成し、つづいて、混合ガスを窒素ガスの供給を減らすと共にアセチレンガスを導入し、一方、使用済みの窒素ガスおよびアセチレンガスは排出口より排出しながらイオンプレーティング装置内の圧力を $1.0 \times 10^{-3}$ Torrに維持し、窒素ガスとアセチレンガスの混合比を反比例※50

※するように連続的に変化させながら物理蒸着を行い、前記WC基超合金製エンドミルのTiN層表面に厚さ：3.0 $\mu$ mの傾斜硬質層を被覆し、さらに、つづいてアセチレンガスのみを導入し、厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層を形成することにより、前記エンドミル表面に、TiN層、傾斜硬質層およびTiC層からなる複合被覆層を形成し、本発明傾斜被覆エンドミル1を作製した。

#### 【0031】実施例6

実施例5で用意したエンドミルの表面に実施例2とまったく同様にして窒素ガスの供給を減らすと共にアセチレンガスを導入し、一方、使用済みの窒素ガスおよびアセチレンガスを排出口より排出しながらイオンプレーティング装置内の圧力を $1.0 \times 10^{-3}$ Torrに維持し、

窒素ガスとアセチレンガスの混合比を反比例するように連続的に変化させながら物理蒸着を行い、前記WC基超硬合金製エンドミルの表面に厚さ：3.5 $\mu$ mの傾斜硬質層を被覆し、さらに、つづいてアセチレンガスのみを導入し、厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層を形成することにより、前記エンドミル表面に傾斜硬質層およびTiC層からなる複合被覆層を形成し、本発明傾斜被覆エンドミル2を作製した。

#### 【0032】従来例3

一方、比較のために、実施例5で用意したJIS規格M20に相当する組成を有し、外径：6mmのエンドミルを実施例1と同様にボンバードクリーニングしたのち、窒素ガス、窒素ガス：アセチレンガス＝1：1の混合ガス、およびアセチレンガスの3種類のガスを段階的に流すことにより、前記WC基超硬合金製チップの表面に厚さ：0.5 $\mu$ mのTiN層、厚さ：3.0 $\mu$ mのTiCN(C：N＝1：1)層および厚さ：0.5 $\mu$ mのTiC層の3層からなる複合被覆層を有する従来複合被覆工\*

\*エンドミル作製した。

【0033】これら本発明傾斜被覆エンドミル1～2および従来複合被覆エンドミルについて、下記の条件でダウンカット方式による鋼の湿式片削り試験を実施しその結果を表1に示した。

#### 4 ダウンカット方式による鋼の湿式片削り試験

被削材 : S43C、  
 切削速度 : 60m/min、  
 一刀当たりの送り : 0.01mm/rev.、  
 切り込み深さ : 15mm、  
 切り込み幅 : 0.05mm、

の条件で湿式片削り試験を行い、エンドミルのマージン部の摩耗量が0.2mm以上もしくは被削材垂直面の表面粗さ(Rmax)が3.0 $\mu$ m以上となった時点を寿命とし、この寿命に至までの時間を5分単位で測定した。

#### 【0034】

【表3】

| 種 別           | ダウンカット方式による鋼の湿式片削り試験   |                          |
|---------------|------------------------|--------------------------|
|               | マージン部の摩耗量が0.2mm以上となる時間 | 表面粗さが6.0 $\mu$ m以上となった時間 |
| 本発明傾斜被覆エンドミル1 | 80分                    | 190分                     |
| 本発明傾斜被覆エンドミル2 | 75分                    | 185分                     |
| 従来複合被覆エンドミル   | 35分                    | 145分                     |

【0035】表3に示される結果から、本発明傾斜被覆エンドミル1～2は、従来複合被覆エンドミル比べて切削寿命が優れていることが分かる。

#### 【0036】

【発明の効果】前記実施例1～6および従来例1～3に示される結果から、この発明の傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具は、従来の複合硬質層被覆超硬合金製切削工具に比べて優れた性能を有し、工業上優れた効果をもたらすものである。

#### 【図面の簡単な説明】

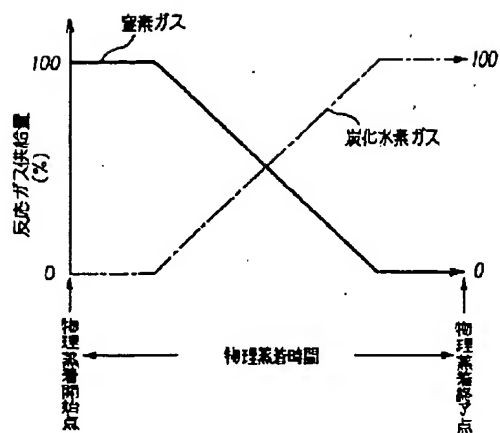
※【図1】この発明の傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具を製造するために物理蒸着装置に導入する窒素ガスおよび炭化水素ガス量を模型的に示したグラフである。

【図2】この発明の傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具の被覆層の構成を模型的に示した断面図である。

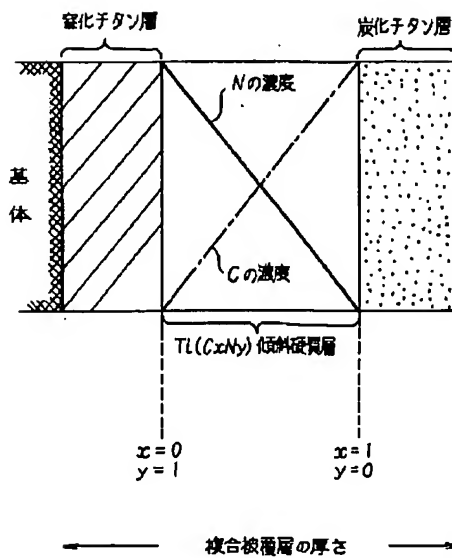
【図3】この発明の傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具を製造するために物理蒸着装置に導入する窒素ガスおよび炭化水素ガス量を模型的に示したグラフである。

※40 【図4】この発明の傾斜硬質層被覆超硬合金製切削工具の被覆層の構成を模型的に示した断面図である。

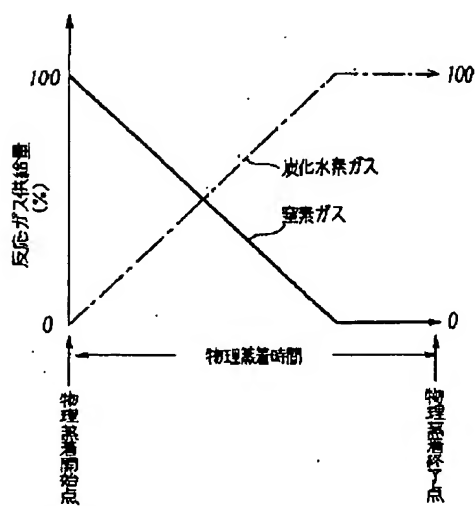
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

